

# Globale Erwärmung – Die neuen Fakten

Die Klimaerwärmung ist ein Thema, das kontrovers diskutiert wird. Was steckt wirklich dahinter? Welche Mechanismen spielen eine Rolle? Wie groß ist der Beitrag des Menschen? Diese und weitere Fragen sollen faktenbasiert geklärt werden.

## Treibhauseffekt

Als Klima wird das Wetter bezeichnet, das wir täglich erleben, aber gemittelt über einen Zeitraum von typischerweise 30 Jahren. Diese Mittelwerte erlauben es, die Welt in Klimazonen einzuteilen. In Mitteleuropa nördlich der Alpen leben wir in der gemäßigten Klimazone. Doch auch hier können wir im Winter und Frühling arktische Kälte und im Sommer Tropennächte erleben. Der Grund für diese massiven Unterschiede liegt im Wasserdampfgehalt der Luft. Wasserdampf ist das Klimagas Nummer eins. Tagsüber kann die Sonnenstrahlung bei klarem Himmel die Atmosphäre fast ungehindert durchqueren, sowie Luft und Boden erwärmen. Mit einer Oberflächentemperatur von rund 5600 °C gibt die Sonne kurzwellige Strahlung ab, für welche die Erdatmosphäre in einem Bereich um 0.5 µm (Mikrometer) weitgehend transparent ist. Der erwärmte Boden strahlt die Wärme mit einer größeren Wellenlänge im atmosphärischen Fenster im Bereich um 10 µm ab, weil seine Temperatur viel niedriger als diejenige der Sonne ist. Diese langwellige Wärmestrahlung (Infrarot) kann die Atmosphäre nicht ungehindert passieren. Sie wird in tiefen Lagen vor allem von Wasserdampf und weiter oben in der Atmosphäre von anderen Klimagasen absorbiert, in alle Richtungen abgestrahlt, resorbiert, wieder abgestrahlt, usw. So verweilt die Wärmeenergie in der Atmosphäre oder wird zum Boden zurückgestrahlt und erreicht das -270 °C kalte Weltall nur mit Verzögerung. Die Wärme der Sonne kommt also direkt zu uns rein, geht aber nur langsam wieder raus ins Weltall. Das ist der Treibhauseffekt. Deshalb sinkt die Temperatur in Tropennächten nur langsam. Bei sehr niedriger Luftfeuchtigkeit wird in Bodennähe nur wenig Wärme zurückgehalten und die Luft kühlt in der Nacht sehr stark ab. Wenn wir die Luft-

temperatur als angenehm empfinden, spüren wir vor allem die Wärmestrahlung der gasförmigen Wassermoleküle in der Luft.

## Treibhausgase

Auf der Erdoberfläche ist es durchschnittlich etwa 15 °C warm, ohne Atmosphäre wäre es -18 °C kalt. Der Unterschied von 33 °C ist auf den Treibhauseffekt zurückzuführen. Zum Vergleich: Auf der Venus wäre es ohne Atmosphäre -46 °C kalt, aufgrund der fast reinen CO<sub>2</sub>-Atmosphäre ist es 464 °C heiß. Dies veranschaulicht, dass CO<sub>2</sub> ein nicht zu vernachlässigendes Treibhausgas ist. Der Treibhauseffekt der Erdatmosphäre ist seit rund 200 Jahren bekannt. Die Luft besteht zu rund 99.9% aus Stickstoff (N<sub>2</sub>), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) und dem Edelgas Argon. N<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> weisen eine vollkommen symmetrische Molekularstruktur auf und können deshalb ebenso wie Edelgase durch Infrarotstrahlung nicht in Schwingung versetzt werden, um Wärmeenergie zu speichern, sondern lassen sie passieren. Alle hingegen in der Luft vorkommenden gasförmigen Moleküle, die ein Dipolmoment aufweisen und deshalb durch langwellige Infrarotstrahlung in Schwingung versetzt werden können, werden als Klima- oder Treibhausgase bezeichnet. Die wichtigsten sind: Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Methan (CH<sub>4</sub>), troposphärisches Ozon (bodennahes O<sub>3</sub>), Fluorchlorkohlenwasserstoff (FCKW/FKW) und Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O, Lachgas). Diese atmosphärischen Treibhausgase wirken analog dem Glasdach eines Treibhauses und sorgen dafür, dass wir es auf der Erdoberfläche angenehm warm haben. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf ist stark temperaturabhängig: je tiefer die Temperatur, desto geringer. Deshalb spielt Wasserdampf für die Wärmeabstrahlung ins Weltall im Vergleich mit den übrigen Klimagasen praktisch keine Rolle. Abhängig von der Molekülgröße wirken Klimagase unterschiedlich stark. Methan wirkt auf 20 Jahre gerechnet 84 mal so stark wie CO<sub>2</sub> und FCKW 3400 mal so stark. Dies erklärt, weshalb schon eine relativ geringe Menge von FCKW imstande war, die Ozonschicht zu schädigen, die uns vor starker UV-Strahlung schützt. Die bedeutendsten Methan-Quellen sind die Nutztierhaltung (Rinder, Kühe) und die Förderung fossiler Energievorkommen. Bodennahes Ozon bildet sich bei der Reaktion von Stickoxiden mit Sauer-

stoff unter dem Einfluss von UV-Strahlung. Hauptursache sind die Verbrennungsmotoren des Straßenverkehrs in Kombination mit der stärkeren UV-Strahlung im Sommer. Ozon kann die Atemwege reizen und schädigen.

### **Strahlungsgleichgewicht**

Die Erde ist im Strahlungsgleichgewicht und die durchschnittliche Temperatur bleibt konstant, wenn sie gleich viel Strahlungsenergie von der Sonne abbekommt, wie sie ins Weltall zurückstrahlt. Dann strahlt die Erdatmosphäre vom Weltall aus gesehen mit einer durchschnittlichen Temperatur von  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  Wärmeenergie ab. Nun gibt es Satelliten, welche die Erde umkreisen und die Strahlung in beide Richtungen messen. Es zeigt sich, dass die Einstrahlung auf die Erde größer ist als die Abstrahlung, was nichts anderes bedeutet, als dass die Erde sich erwärmt. Gemessen wurde eine verminderte Abstrahlung im Wellenlängenbereich von Treibhausgasen wie  $\text{CO}_2$ , Methan und Ozon. Satellitendaten zeigen weiter, dass sich die untere Stratosphäre in den letzten 30 Jahren um rund  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  abgekühlt hat. Die durchschnittliche Abstrahltemperatur der Erdatmosphäre ist vom Weltall aus gesehen auf etwa  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  gesunken. Dieses scheinbare Paradoxon lässt nur den einen Schluss zu, dass die Atmosphäre nun besser isoliert, indem sie mit Treibhausgasen angereichert wurde, analog wie wenn in einem Treibhaus dickere Scheiben eingesetzt worden wären. Wäre die Ursache für die Erwärmung stärkere Sonnenstrahlung, dann hätten sich alle Luftschichten erwärmen müssen. Die Sonnenaktivität ist aber eher am Abnehmen und von daher müsste die Erde sich eigentlich abkühlen. Klimasimulationen der Erde zeigen, dass die globale Erwärmung nur mit dem Anstieg der Klimagase erklärbar ist. Könnten wir per sofort den Ausstoß von anthropogenen (von Menschen verursachten) Klimagasen stoppen, die globale Erwärmung würde weiter voranschreiten, bis das Strahlungsgleichgewicht wiederhergestellt wäre. Am effektivsten kann die Erwärmung abgemindert werden, indem der anthropogene Methangas-Ausstoß verringert wird, weil Methan ein viel stärkeres Klimagas als  $\text{CO}_2$  ist, seine Verweildauer in der Atmosphäre aber lediglich einige Jahre beträgt. Diese und eine Vielzahl weiterer Zusammenhänge fließen in die Klimasi-

mulationen ein, um Prognosen für die weitere Entwicklung der Temperatur zu berechnen.

### **$\text{CO}_2$ -Kreislauf**

Für das Strahlungsgleichgewicht spielt Wasserdampf praktisch keine Rolle, weil er nur in tiefen Luftschichten in bedeutender Menge vorkommt und seine Verweildauer in der Atmosphäre lediglich 9 Tage beträgt. Die Verweildauer von  $\text{CO}_2$  beträgt mindestens 100-150 Jahre. Weil es zudem in allen Atmosphärenschichten anzutreffen ist, ist es das wichtigste Klimagas bezüglich globaler Erwärmung. Ohne  $\text{CO}_2$  gäbe es auf der Erde kein Leben. Pflanzen nehmen  $\text{CO}_2$  und Wasser auf und produzieren daraus mittels Photosynthese Kohlenhydrate und Sauerstoff: Lebensgrundlagen für tierisches Leben. Der natürliche  $\text{CO}_2$ -Kreislauf setzt eine riesige Menge an  $\text{CO}_2$  um. Die Analyse von Eisbohrkernen hat gezeigt, dass der  $\text{CO}_2$ -Gehalt in der Luft über den Zeitraum der letzten 600'000 Jahre immer um die 280 ppm (parts per million) pendelte und 300 ppm nie überschritt. Erst seit der Industrialisierung vor etwa 150 Jahren ist der  $\text{CO}_2$ -Gehalt kontinuierlich auf mittlerweile über 400 ppm angestiegen.

Kohlenstoff kommt in der Natur in der Form von drei verschiedenen Isotopen vor:  $\text{C}_{12}$ ,  $\text{C}_{13}$ ,  $\text{C}_{14}$ .  $\text{C}_{12}$  ist das häufigste Isotop,  $\text{C}_{13}$  hat ein zusätzliches Neutron im Atomkern und  $\text{C}_{14}$  zwei zusätzliche, ist aber nicht stabil und die Halbwertszeit beträgt 5730 Jahre.  $\text{C}_{14}$  wird durch kosmische Strahlung gebildet und seine Menge auf der Erde ist konstant, egal wie viel  $\text{CO}_2$  die Atmosphäre enthält. Diese Fakten nutzt die Archäologie bei der Altersbestimmung von organischem Material, beispielsweise von ausgegrabenen Knochen. Anhand des  $\text{C}_{14}$ -Gehalts kann bestimmt werden, wann dieser Knochen gebildet wurde. Fossile Energieträger wie Kohle, Öl und Gas stammen ebenfalls von organischem Material ab, haben aber viele Millionen Jahre unter der Erdoberfläche verbracht und sind deshalb  $\text{C}_{14}$ -frei. Das  $\text{CO}_2$  in der Atmosphäre weist bei der Analyse des  $\text{C}_{14}$ -Gehalts ein Defizit auf, was den eindeutigen Schluss erlaubt, dass der überwiegende Anteil des  $\text{CO}_2$  in der Atmosphäre, der über die 280 ppm aus dem natürlichen Kreislauf hinausgeht, aus der Verbrennung von fossilen Energieträ-

gern stammt. Aktuell tragen Kohlekraftwerke 40% zum zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei.

## **Ozeane**

In den Ozeanen wird mittels Photosynthese mehr Sauerstoff produziert als auf den Landmassen. Durch den Anstieg des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Luft nehmen die Ozeane mehr CO<sub>2</sub> auf. Dadurch sinkt der pH-Wert des Meerwassers. Mit einem Wert von 8.06 ist das Meer so sauer wie nie zuvor in den letzten 800'000 Jahren. Über 90% der Wärmeenergie der globalen Erwärmung wird von den Ozeanen aufgenommen. Von 1970 bis 2010 betrug der mittlere Meerestemperaturanstieg 0.4 °C. Wärmeres Wasser und die Übersäuerung der Ozeane macht allen kalkbildenden Organismen zu schaffen. Bereits sind große Korallenriffe teilweise oder ganz abgestorben. Wärmeres Wasser dehnt sich aus und lässt den Meeresspiegel, zusammen mit dem Abschmelzen von Eisflächen, ansteigen. Die Antarktis verliert jährlich im Schnitt etwa die Menge von 71 Gt (Gigatonnen) Eis, Grönland 255 Gt. Zusammen entspricht das einer Schweiz-deckenden Eisschicht von 8.6 Meter Dicke; der Wert für Deutschland beträgt 1 Meter. Wärmeres Wasser kann weniger gut Sauerstoff aufnehmen, was zusammen mit dem massiven und ungebremsten Eintrag von Exkrementen und Düngemitteln infolge der Nutztierhaltung zu riesigen Todeszonen geführt hat und weiter zunehmen wird. Mit dem Sempachersee haben wir ein Beispiel in der Nähe: Nutztierzuchtbetriebe in großer Zahl und intensive Landwirtschaft mit überdüngten Boden haben zu einem derart hohen Eintrag an Nährstoffen geführt, dass der See bereits seit Jahrzehnten mit Sauerstoff künstlich beatmet werden muss, um nicht zu kippen und abzusterben. Für Ozeane ist diese Maßnahme nicht praktikabel und wir müssen damit rechnen, dass der Sauerstoffgehalt in der Luft abnehmen wird.

## **Die unbewohnbare Erde**

David Wallace-Wells fasst in seinem Buch mit dem gleichnamigen Titel in zwölf Kapiteln bis heute feststellbare Veränderungen durch die globale Erwärmung zusammen und gibt einen Ausblick, wie es weitergehen könnte. Wärmere Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen und die Zirkulation

der Atmosphäre verlangsamt sich. Folglich enthält die Atmosphäre mehr Energie und das Wetter wird extremer. Durch die Abnahme des Temperaturunterschieds zwischen der Arktis und den Tropen verlangsamt sich der Jetstream und macht wie ein ausgeleiertes Band weite Schleifen nach Norden und Süden. Dadurch kann er im Winter extreme, langanhaltende Kälte aus der Arktis zu uns bringen, wie beispielsweise 2018 zur amerikanischen Ostküste. Im Sommer wird vermehrt sehr heiße Luft aus den Tropen in die gemäßigten Zonen gelangen. Die Folge sind häufiger auftretende und schwerer unter Kontrolle zu bringende Flächenbrände wie jüngst in Kalifornien, auf der Iberischen Halbinsel oder in Australien. Die Verlangsamung der Höhenwinde hat auch zu Folge, dass starke Niederschlagstiefs lange stehen bleiben, anstatt weiterzuziehen und die Niederschläge großflächig zu verteilen. Hurrikan Harvey blieb 2017 sieben Tage über Houston stehen und überzog die Stadt mit sintflutartigen Regenfällen. Zudem hat sich die Anzahl der Hurrikans der höchsten Kategorie 5 seit 1980 verdoppelt. Schwächere Höhenwinde und Meeresströmungen führen zu einer Veränderung der Klimazonen und an einigen Stellen wird die Hitze derart zunehmen, das großflächige Gebiete unbewohnbar werden.

Die globale Erwärmung hat auch ganz unerwartete Auswirkungen. 2015 ist in Zentralasien in einem Gebiet so groß wie Florida innerhalb weniger Tage die gesamte Population von Antilopen verendet. Ein bislang harmloses Bakterium, das auf den Mandeln der Tiere gelebt hatte, veränderte schlagartig seine Eigenschaften, verteilte sich über den Blutkreislauf und befiel innere Organe. Der Grund lag in einer für die Gegend untypisch langanhaltenden feuchten Hitzewelle. Die globale Erwärmung begünstigt die Ausbreitung von Krankheitsüberträgern wie Zecken und spezifischen Mückenarten. Wir können schlichtweg nicht voraussagen, welche weiteren Überraschungen die fortschreitende globale Erwärmung mit sich bringen wird, denn bisher beträgt der durchschnittliche Temperaturanstieg lediglich rund 1.1 °C. Ob die Temperatur um 2, 4 oder 8 °C ansteigen wird und ob der Meeresspiegel um 1, 2, 10 oder 50 Meter ansteigen wird, hängt davon ab, welche Maßnahmen ergriffen werden, um den Ausstoß von Klimagasen zu stoppen. Auf die Hilfe der nächsten Eiszeit können wir nicht

zählen, denn die Bedingung, dass Kontinentalflächen großflächig vereisen können, liegt noch in weiter Ferne.

### Die gravierendste Ursache

Der Hauptgrund für die globale Umweltzerstörung ist die Nutztierhaltung, inklusive der industriellen Hochseefischerei und Fischzucht. Alle Meere und alle Fischarten sind überfischt. Es gibt keine nachhaltige Fischerei in den Ozeanen, auch wenn uns das verschiedene Labels vorgaukeln wollen. Die Exkremente aus der Nutztierhaltung und den Fischzuchten setzen verschiedene Treibhausgase frei und führen zur Überdüngung von Land und Wasser. Für die Produktion von Futtermitteln wie Soja und Mais sind riesige Waldflächen niedergebrannt oder abgeholzt worden. Diese Waldgebiete fehlen als CO<sub>2</sub>-Speicher und Sauerstofflieferanten. Um Rinder schneller wachsen zu lassen, werden sie mit Getreide und Soja gefüttert und mit Hormonen behandelt. Ihr natürliches Futter als Wiederkäuer wären Gras und Heu. Unnatürliche Fütterung und Haltung in klimatisch ungeeigneten Gebieten macht sie anfällig für Krankheiten, erfordert den Einsatz von Antibiotika und von Energie zur Kühlung.

Auf unserem Planeten leben rund 7.8 Mrd. Menschen und 70 Mrd. Nutztiere, davon 1.5 Mrd. Rinder. Allein schon diese Rinder verspeisen rund sechsmal soviel Futter, wie für die vegane Ernährung der gesamten Weltbevölkerung ausreichen würde. Laut dem Bericht des World Watch Institutes von Ende 2009, der sich auf den Bericht *Livestock's Long Shadow* der FAO von 2006 abstützt, werden 51% der weltweit ausgestoßenen Klimagase durch die direkten und indirekten Folgen der Nutztierhaltung verursacht. Im Dokumentarfilm *Cowspiracy* wird gezeigt, dass globale Umweltorganisationen wie Greenpeace sich vor dem Verlust von Spendengeldern und der Macht der Agrarindustrie fürchten, wenn sie die Wahrheit über die tatsächlichen Ursachen der globalen Erwärmung breit thematisieren würden. Für ihre wissenschaftlichen Mitarbeiter, die täglich mit Studien zu den wahren Ursachen der Umweltzerstörung konfrontiert werden, aber nichts unternehmen dürfen, ist die Situation höchst frustrierend. Professionelle Klimaleugner wie einzelne amerikanische Politiker sowie

Think Tanks, die gegen den Klimawandel Stimmung machen, werden von der fossilen Energieindustrie mit Millionenbeträgen unterstützt.

### Alles falsch?

Wenn fast alle in die gleiche Richtung rennen und alle übrigen als Leugner abgetan werden, dann sollte das stutzig machen. Nach neuen [Studien](#) ist einmal mehr bestätigt, dass Methan knapp die Hälfte zur globalen Erwärmung beiträgt. Methan ist zehnmal schneller wieder aus der Atmosphäre raus als CO<sub>2</sub>. Wenn also ernsthaft etwas gegen die Erwärmung unternommen werden sollte, dann müsste der Methanausstoß verringert werden. Davon ist aber nicht die Rede. Stattdessen werden Bürger und Firmen wegen CO<sub>2</sub> an den Pranger gestellt. Der größte Schwachpunkt der Klimawissenschaft liegt aber in der Tatsache, dass sie die Zyklen der Eiszeiten nicht erklären kann. In der Analyse von Einbohrkernen folgt die Änderung des CO<sub>2</sub>-Gehalts immer zeitverzögert auf die Temperaturänderung und nicht umgekehrt, wie es für die Modelle der Klimawissenschaft erforderlich wäre. Mit diesen Daten sind die Klimamodelle der Wissenschaft falsifiziert, was bedeutet, dass sie widerlegt und ungültig sind.

Prof. Henrik Svensmark aus Dänemark und Prof. Nir Shaviv aus Israel, die beide als Klimaleugner diffamiert werden, haben eine [Theorie](#) entwickelt, welche dies alles erklären kann. Die geladenen Teilchen der kosmischen Strahlung verursachen die Wolkenbildung: Je mehr Strahlung, umso kühler. Als Gegeneffekt wirkt der Sonnenwind, der die Erde teilweise von der kosmischen Strahlung abschirmt, mit der Folge, dass weniger Wolken gebildet werden, mehr Sonnenstrahlung auf der Erdoberfläche ankommt und die Atmosphäre erwärmt. Aktuell findet die globale Erwärmung größtenteils in den urbanen Gebieten als Folge der Wärmespeicherung von Asphalt und Beton statt und hat nichts mit Treibhausgasen zu tun.

Wir haben hier einen Konflikt, der unser kollektives Unbewusste widerspiegelt. Um ihn zu lösen, genügt Meditation allein nicht. Sie lehrt aber spirituelle Disziplin, was die Voraussetzung bei *Ein Kurs in Wundern* ist, um den Konflikt mittels wahrer Vergebung zu transzendieren.

---

Bernhard Gerstenkorn, Sachbuchautor und Essayist, Homepage: [Medea, die verlorene Tochter](#)